Chromatofilia jąder worka zalążkowego.

Podał

M. Raciborski.

Rzecz przedstawiona na posiedzeniu wydz. matem.-przyr. dnia 3. lipca 1893 r.; ref. członek Janczewski.

Opisana przez Leopolda Auerbacha [1]) różnica w chromatofilii jąder komórek płciowych wywołała natychmiast w literaturze botanicznej szereg interesujących badań [2]) stwierdzających zgodność pod tym względem jąder płciowych roślinnych ze zwierzęcemi.

Dla zrozumienia spisanych niżej moich poszukiwań nad chromatofilią jąder worka zalążkowego roślin nago i okrytonasiennych może być przydatnym krótki opis wyników Auerbacha. Zanim jednak go przytoczę, nadmienię, że sprawa wykrycia różnic w chromafilii jąder płcio-

[1]) L. Auerbach. Ueber den sexuellen Gegensatz in der Chromatophilie der Keimsubstanzen etc. (Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissen. zu Berlin, XXXV str. 713, zeszyt z 25. czerwca 1891).

[2]) F. Rosen. Beitraege zur Kenntniss der Pflanzenzelle (Beitraege zur Biologie der Pflanzen. Tom V, zeszyt 3, 1892).

P. Schottlaender. Beitraege zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen. (l. c. tom V, zeszyt 2, 1892).

E. Strasburger. Das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. Schwaermsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung. Jena 1892.

E. Zacharias. Ueber Chromatophilie, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, tom XI, zeszyt 3, z 26. kwietnia 1893.

wych od lat kilku wisiała, że tak powiem w powietrzu, szereg rozpraw różnych anatomów dotykał jej z wielu punktów, a nawet ją mniej lub więcej jasno skonstatował. Nie sięgałbym do tych — rozprawę Auerbacha poprzedzających badań, bo z jednej strony wiemy od czasów Ben-Akiby, że nic nowego nie ma pod słońcem, a Auerbachowi należy przyznać zasługę jasnego postawienia kwestyi, gdyby nie ten szczegół, że te dawniejsze badania — mianowicie Strasburgera i Zachariasa — przyczyniają się do wyjaśnienia przyczyn różnic w chromatofilii.

I tak E. Strasburger[1]) w 1884 r. wykazał, że oba jądra pyłku roślin okrytonasiennych inaczej zachowują się wobec barwików. Jądro płciowe (generatywne) barwi się silnie barwikami zielonymi (zielenią metylową i jodową), jądro rostowe (wegetatywne) zielonymi bardzo słabo się barwi, natomiast chłonie karmin, przyczynę zaś tego zjawiska widzi autor w różnicy odżywiania się.

E. Zacharias[2]) w r. 1887 wykazał, że między jądrem płciowem pyłku, a jądrem jaja lub rostowem pyłku istnieje różnica procentowa w ilości nukleiny. „Spermatozoid zawiera więcej procentów nukleiny jak jajo“ (l. c. str. 383). Tem samem wyjaśnił E. Zacharias te różnice w chromatofilii jąder komórek płciowych, które równocześnie H. Wielowiejski na jądrach komórek zwierzęcych zauważył.

H. Wielowiejski[3]) w r. 1887 podał tak dokładne różnice jądra jaja a jąder rostowych lub męskich, że Auerbach właściwie dodał do nich tylko nieznaczne uogólnienie. Wielowiejski wykazał z jednej strony, że jądra komórek męskich a żeńskich mają różną budowę morfologiczną, z drugiej zaś strony różnią się co do chromatofilii, („zawartość jądra komórki jajka pod względem chemicznym odróżnia się od zwykłej chromatyny jąder komórkowych nie barwiąc się w rozczynie zieleni metylowej“ l. c. str. 48), t. j. jądra spermatozoidów barwią się podobnie jak komórek rostowych silnie zielenią metylową, jądra jajka karminem.

W tym samym czasie opisał Went[4]) różnicę w chromatofilii chromosomów i jąderek, zaś w r. 1891 Peters[5]) tę samą różnicę między

---

[1]) E. Strasburger. Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen als Grundlage für eine Teooie der Zeugung. Jena 1884.

[2]) E. Zacharias. Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen. Botan. Zeitung. 1887.

[3]) H. Wielowiejski. Studya nad komórką zwierzęcą. Część 1. Badania nad jajkiem zwierzęcem. XVI. tom Rozpraw Ak. Um. 1887.

[4]) F. A. F. C. Went. Beobachtungen über Kern und Zelltheilung. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft. Tom V. Zeszyt 7. 1887.

[5]) Peters. Untersuchungen über den Zellkern in den Samen während ihrer Entwickelung, Ruhe und Keimung. Rostock 1891.

jąderkami zwykłemi (z hypotetycznej pyreniny Schwarza), a jąderkami chromatynowemi (z nukleiny), które nazwał „Nebennukleolen“.

L. Auerbach (l. c.) posiłkując się barwieniami podwójnemi zauważył, że jądro jaja barwi się po użyciu barwików czerwonych i niebieskich czerwono, jądro plemnika i jądra komórek rostowych niebiesko, jąderka i plasma czerwono, czyli jądro płciowe samicze jest „erytrofilne“, a płciowe samcze oraz komórek rostowych „kyanofilne“. Nowością więc Auerbacha — w porównaniu z badaniami Wielowiejskiego — jest nietylko nadanie różnym jądrom różnych nazw oznaczających jakość ich chromatofilii, ale stwierdzenie, że różnice te nie są zależne od chemicznej natury barwika. Można (jakoby) wzajemnie zastępować z jednej strony wszystkie barwiki niebieskie, zielone lub fioletowe, z drugiej wszelkie czerwone, żółte lub pomarańczowe. Że nie zawsze tak bywa, wykażę poniżej.

Rosen (l. c.) zbadał jądra komórek pyłkowych i jądra worka zalążkowego i doszedł do wyniku, że płciowe jądro pyłku podobnie jak jądra komórek rostowych roślin barwi się niebiesko (jest kyanofilne), gdy wszystkie 8 (względnie 7) jąder worka zalążkowego, a nadto jąderka i plasma są erytrofilne. Toż samo stwierdził Schottlaender dla mszaków i paproci.

E. Strasburger (l. c. 1892) dodaje interesujące spostrzeżenie, że jądra zarodków przybyszowych są tak erytrofilne jak jądra worka zalążkowego, a wreszcie E. Zacharias w ostatniej swej pracy (l. c. 1893) udowodnił, że kwas nukleinowy i nukleiny są kyanofilne, gdy różne rodzaje białka są erytrofilne. To samo uczynił Malfatti (cytowany przez E. Zachariasa) dla stratu powstającego pod działaniem kwasu nukleinowego na białko, a przedstawiającego podług Altmanna właściwą nukleinę. Wielką ilość chemicznie czystych preparatów różnych połączeń kwasu nukleinowego i białka zbadał wreszcie pod tym względem Lilienfeld[1]). Lilienfeld przekonał się, że z mieszaniny zieleni metylowej i fuchsyny pobiera kwas nukleinowy barwik zielony, nukleina t. j. połączenie białka z kwasem nukleinowym nie barwi się już czysto zielono lecz niebieskawo, wreszcie jeszcze bardziej niebieskawo nukleohiston t. j. sól uboższa jeszcze w kwas nukleinowy (nukleinian histonowy), białko zaś czerwono.

Że wykrycie tak zasadniczego przeciwieństwa między jądrem męskim a żeńskim spożytkowano natychmiast do teoryi zapładniania, prze-

---

[1]) Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin. Nr. 11. Sprawozdanie z posiedzenia odbytego 7 kwietnia 1893 r.

widzieć można było z łatwością. W latach ostatnich dzięki epokowym badaniom Hertwigów, Boveriego, Flemminga, Weismanna i innych zoologów nad zapłodnieniem zwierząt, oraz Strasburgera i Guignarda nad zapłodnieniem roślin coraz silniej i szerzej przyjmuje się teorya, że zapłodnienie polega na zlaniu się dwu jakościowo i ilościowo zupełnie równych elementów, których różnica polega jedynie na ich pochodzeniu.

Teoryę tę zdaje się odkrycie Auerbacha obalać i rzeczywiście Auerbach, Rosen i Schottlaender skłaniają się ku wręcz odwrotnej van Benedena. Jądra komórek wegetatywnych mają być obupłciowe. Jądro płciowe pyłku powstało z pierwotnego wegetatywnego, którego element żeński (erytrofilny) nagromadził się w obok ległem jądrze rostowem pyłku. Przeciwnie jądra worka zalążkowego powstają przez wydalenie istoty męskiej (kyanofilnej), a ta powoduje silniejsze niebieskie zabarwienie komórek nucellusa otaczających worek, gdy w worku pozostaje jedynie istota żeńska, erytrofilna. Przez zlanie się tych dwu zupełnie odrębnych istot, jądra męskiego i żeńskiego, powstaje jądro rostowe zarodka, hermafrodytyczne. Że takie asocyacye idei są tylko oddźwiękiem teoryi E. van Benedena o znaczeniu ciałek kierowniczych (Richtungskoerper), dowodzić nie potrzeba.

Technika barwień podana przez Auerbacha i Rosena jest dwojaka. Można badany preparat albo zanurzyć w mieszaninie takich dwu barwików, jednego czerwonego, drugiego niebieskiego lub zielonego, które zmieszane nie strącają się, albo też barwić preparat z osobna, kolejno barwikiem czerwonym i niebieskim. W obu razach, gdy na szkiełku przedmiotowem umieścimy obok siebie jajo roślinne i spermatozoon lub komórkę pyłku, otrzymamy po zabarwieniu różnicę w zabarwieniu. Jądro komórki męskiej intenzywnie niebieskie, żeńskiej czerwone.

Aby ocenić znaczenie tak otrzymanych barwień, robiłem liczne doświadczenia próbne, z których podaję tu następujące. Do doświadczeń używałem (między innemi) przeważnie wyściełki bielmowej worka zalążkowego Fritillaria imperialis w stadyum żywej segmentacyi jąder. Materyał był utrwalony alkoholem absolutnym.

1 a. Po zabarwieniu rozcieńczonym wodnym roztworem fuchsyny zwykłej przedstawia się obraz następujący: Jąderka ciemno czerwone, chromosomy czerwone, silnie światło łamiące, treść pozostała jądra (karyoplasma) różowa, błona jądra czerwona, cytoplasma blado czerwona, naokoło jądra nagromadzona, jednostronnie skupiona, w stadyum przygotowawczem do dzielenia się w polu biegunowem jądra leżąca plasma zabarwiona bardzo silnie czerwono. Plasma figury achromatycznej zabarwiona silnie czerwono.

1 b. Do poprzednio użytego rozczynu dodałem ślad nieznaczny zieleni jodowej, wskutek czego kolor odczynnika prawie się nie zmienił. Rezultat barwienia taki sam jak poprzednio, z tą różnicą że po dłuższem barwieniu chromosomy przyjmują nieco fioletowawy nie zaś czysty czerwony odcień.

Preparat tak zabarwiony płuczę alkoholem absolutnym, który usuwa fuchsynę. Makroskopowo preparat wygląda bezbarwnie, przecież chromosomy są zabarwione blado stalowo zielono, tak samo jednak nukleole, a nawet plasma koło jądra w polu biegunowem skupiona wykazuje słaby odcień szarawo zielonawy.

1 c. Do rozczynu fuchsyny dodaję więcej zieleni jodowej (lub metylowej), rozczyn jest barwy karminowej (np. karminu Beala). Rezultat barwienia ten sam co poprzednio, z tą różnicą, że chromosomy są fioletowawe silniej.

Wskutek płukania alkoholem znika barwa czerwona najpierw z cytoplasmy, potem z innych części komórki. Chromosomy zabarwione są niebieskawo zielono, tak samo i w tem samem nasileniu barwy jąderka; zaś plasma koło jądra bardzo blado zielonawo.

1 d. Dodaję do fuchsyny tyle barwika zielonego, że rozczyn jest barwy fioletowej. Po 1 minucie barwienia są chromosomy zarówno w jądrach spoczywających, jak w stadyum profaz, metafaz lub anafaz niebieskawo zielone, jąderka intenzywnie czerwone, zresztą obraz taki jak w razach poprzednich. Po wymyciu fuchsyny widzimy, że intenzywnie poprzednio czerwone jąderka są niebieskawo zielone w tym samym co chromosomy stopniu.

1 d. Zabarwione preparaty samą zielenią jodową, dają taki sam wynik, jak opisane pod 1 c po wymyciu alkoholem.

Obserwując barwienie się preparatu pod mikroskopem np. rozczynem fioletowym, widzimy, że chromosomy barwią się najpierw czerwono, ale w przeciągu krótkiego czasu barwa czerwona zmienia się w fioletowawą niebieską i ustępuje wreszcie barwie niebieskiej.

2 a. Zabarwiając wspomnianą wyściełkę bielmową safraniną, otrzymamy obraz podobny do wywołanego fuchsyną, ale chromosomy są jeszcze intenzywniej czerwone. Po wypłukaniu nadmiaru barwika wodą, dodaję z boku pod szkiełko kropelkę rozczynu zieleni jodowej. Chromosomy barwią się zwolna coraz silniej zielonawo niebiesko, zresztą jąderka i plasma pozostaje czerwoną. Płuczę preparat alkoholem dla usunięcia zupełnego safraniny, a w rezultacie nietylko chromosomy, ale i jąderka są intenzywnie zielone, bardzo nieznacznie szaro zielonawą jest i plasma pola biegunowego.

2 b. Inny preparat, zabarwiony safraniną, barwię dłuższy czas zielenią jodową. Nietylko chromosomy przyjmują barwę zieloną, jąderka stają się zwolna fioletowawe, wreszcie zielonawo niebieskie.

Wnioski, jakie z przedstawionych barwień próbnych wyciągamy, posłużą nam do oceny chromatofilii jąder.

Przedewszystkiem pouczają nas one, że w razie kolejnego stosowania barwików czynnikiem w rachubę wchodzącym jest czas barwienia (cfr. 2a i 2b). Że zaś ten bywa trudny do oznaczenia, w preparatach różnych różny, a nawet w tym samym preparacie różne komórki, położone głębiej (lub dalej od brzegu) różne dają wyniki, przeto metoda kolejnego barwienia musi prowadzić do rezultatów często niepewnych. Ta okoliczność skłania nas do zachowania pewnej podejrzliwości wobec obrazów tą drogą otrzymanych, zwłaszcza w preparatach grubszych lub większych. Takich wątpliwości nie nasuwa w tym stopniu metoda barwienia mieszaninami, dla tego też w następstwie jej tylko używałem.

Barwienia zestawione pod Nr. 1 pouczają nas jednak, że rezultat zależy w pierwszej linii od składu procentowego mieszaniny. Wahania w tym względzie mają pewne granice, poza któremi nie otrzymujemy barwień wyróżnionych silnie. Gdy przy dobrych barwieniach różnica zabarwień jąderek i chromosomów jest bardzo silną, gdy nadto u roślin różnych, lub w różnych tkankach tej samej rośliny zachodzą pewne różnice w chłonieniu farb, przeto najlepiej stosować roczczyn dla każdego przypadku z osobna wypróbowany t. j. taki, któryby w krótkim przeciągu czasu jąderka czerwono, chromosomy barwił niebiesko. Przyzwyczaiłem się do fioletowego roztworu fuchsyny (diamant) i zieleni jodowej i temi głównie barwiłem bo dają bardzo silne obrazy.

Tą metodą można wyróżnić w komórce w sposób barwny różne organa czy substancye. Pamiętać jednak trzeba, że substancya zabarwiona czerwono lub niebiesko może zawierać w sobie barwik drugi (niebieski lub czerwony), ale pokryty nadmiarem innego i niewidzialny. Okoliczność ta jest dla oceny znaczenia chromatofilii jąder pierwszorzędnej wagi, była jednak przeoczoną lub lekceważoną. Widzieliśmy, że np. żywo czerwone jąderka po usunięciu barwika czerwonego nie ustępowały w zabarwieniu niebieskiem chromosomom. Różnica więc między chromosami, a jąderkami polega na tem, że ostatnie — chociaż chłoną w pewnych razach barwiki niebieskie równie silnie jak chromosomy — mają nadto zdolność tak znacznego chłonienia czerwonych, że te ostatnie zakrywają niebieski w zupełności. W słabszym stopniu ma tę własność plasma, zwłaszcza plasma pola biegunowego, plasma jaj lub męskich komórek płciowych, położonych w szczycie łagiewki pyłkowej roślin nagonasiennych. Czyli konstatujemy, że tak opisana erytrofilia, jak i kya-

nofilia badanych jąder bielma jest względna, t. j. zależna od składu mieszaniny barwikowej.

Ta względność występuje jaskrawo w badaniu materyałów rozmaicie utrwalonych. Jak znaczny wpływ na rezultat barwienia ma sposób przygotowywania preparatów dowodzą spostrzeżenia następujące:

Dla uwidocznienia nukleiny w jądrach kładzie E. Zacharias preparaty na przeciąg kilkunastu godzin do kwasu solnego w rozcieńczeniu 3 pro mille. Po wymyciu kwasu solnego barwią się w takich preparatach rozczynem błękitu metylenowego i fuchsyny kwaśnej zrazu czerwono plasma i jąderka, poczem niebiesko chromosomy, po dłuższem barwieniu wszystkie te organa niebiesko.

Do takiego kwasu solnego 0·3% kładłem na 20 godzin preparaty nucellusów Biota, zalążków jęczmienia, Funckia, Ornithogalum, Orlika (Aquilegia). Rozczyn metylenowego błękitu i fuchsyny kwaśnej barwił je w sposób opisany, ale działanie innych mieszanin było zastanawiające. Ten sam rozczyn zieleni jodowej i fuchsyny zwykłej, który w ciągu $1/2$ minuty barwi ślicznie wszystkie wspomniane preparaty, nie traktowane 0·3% kwasem solnym, w sposób zwykły, barwi macerowane wyłącznie i to bardzo jaskrawo czerwono. Jądra rostowych komórek, jądra antypodów są nadzwyczaj czerwono, prawie czarno czerwono zabarwione, podobnie jąderka. Po usunięciu fuchsyny alkoholem widzimy, że jądra pozostają niebieskie czyli działanie rozcieńczonego kwasu solnego zwiększa tak bardzo zdolność imbibicyi fuchsyny przez chromosomy, że pochłonięty równocześnie przez nie barwik niebieski zostaje czerwonym przykryty i niewidoczny. Chcąc więc otrzymać różnice w chromatofilii tak macerowanych preparatów, musimy użyć mieszaniny barwikowej innej, mającej ogromną przewagę zielonego barwika nad czerwonym, mieszaniny mającej prawie czystą niebieską barwę.

Działanie wspomnianym kwasem solnym zwiększa tak samo erytrofilię nukleiny wobec safraniny, n. p. w mięszaninie z zielenią benzolową.

Podałem wyżej, że Auerbach podobnie jak Rosen mniemają, iż wszelkie barwiki czerwone z jednej, a wszelkie niebieskie lub zielone z drugiej strony jednakowo się zachowują, bez względu na ich różnice chemiczne.

Że tak nie jest, o tem przekonałem się jeszcze, badając jądra nasion kiełkujących [1]). Tak zwana zieleń kwaśna (Sauregrün), użyta do barwień podwójnych z barwikami czerwonymi jak n. p. safraniną lub

---

[1]) M. Raciborski. Przyczynek do morfologii jąder nasion kiełkujących.

fuchsyną daje obrazy odwrotne jak te, które otrzymujemy np. z fuchsyną i zielenią jodową. Toż samo wykazał świeżo dla t. zw. „Lichtgrün“ Lilienfeld (l. c. str. 10), czyli widzimy tu zależność erytrofilii lub kyanofilii ciała od składu chemicznego lub fizycznej budowy barwika.

Lilienfeld czyni na podstawie jedynego zbadanego przez siebie barwika (Lichtgrünu, którego skład chemiczny nie jest mi wiadomy) uogólnienie następujące „substancye nukleinowe jądra wybierają z mieszanin barwikowych zawsze zasadowy, białko komórki zawsze kwaśny barwik“. Dodaje on nadto jako prawdopodobne, że podczas barwienia się kwasu nukleinowego zasadowymi barwikami mamy do czynienia z tworzeniem się soli tegoż kwasu.

Mnie przypuszczenie ostatnie Lilienfelda wydaje się z wielu względów nieprawdopodobne. Po pierwsze wszystko, co wiemy o barwieniu się chromosomów, przemawia za procesem czysto fizycznym, przyciąganiem i chłonieniem barwika drogą przyciągania powierzchni. Powtóre próbne moje wyżej wymienione doświadczenia wykazały, że chromosomy chłoną właściwie oba barwiki, ale jeden silniej jak inny. Wreszcie nie umiem pogodzić takiego przypuszczenia z rezultatem barwień mieszaninami niebiesko czerwonemi, w których barwikiem czerwonym jest safranina (silna zasada), ani wreszcie nawet barwienia stosowanego przezemnie, to jest mieszaniny fuchsyny i zieleni jodowej. Fuchsyna jest jak wiadomo chlorkiem rozaniliny, gdy zieleń jodowa podwójną solą chlorku cynku i zasady pentamethyltri-p-amidotolyldiphenylcarbinolmethylatu ($C_{26}H_{35}N_3O_2$). Nadto działanie rozcieńczonym kwasem solnym, który ma wyswabadzać kwas nukleinowy ze związanych z nim soli, powinnoby w razie słuszności przypuszczenia Lilienfelda podwyższać kyanofilię, gdy ono jak wykazałem potęguje imbibicyę fuchsyny.

Dla uniknięcia nieporozumień zaznaczam, że chociaż robiłem spostrzeżenia rozmaitemi metodami, dla jednolitości przedstawienia zestawiłem niżej tylko rezultaty barwienia alkoholowego materyału mieszaniną zieleni jodowej i fuchsyny zwykłej, mieszaniną barwy czerwono fioletowej, otrzymaną przez zmieszanie ze sobą rozczynu zieleni jodowej w 50% alkoholu i takiegoż fuchsyny. Do rozczynu fuchsyny dodawałem zawsze tak długo kroplami zieleni jodowej, aż w preparatach jądra komórek rostowych przybierały w ciągu kilku lub kilkunastu sekund barwę niebieską, jąderka czerwoną. Preparaty przechowywałem w przeważnej części w glicerynie lub gelatynie, w małej części w balsamie kanadyjskim, w ostatnim razie trzeba odwadnianie możliwie prędko i małą ilością alkoholu uskuteczniać.

Z roślin nagonasiennych badałem materyał z Biota orientalis, zebrany podczas zapłodnienia i przechowany od lat dwu w alkoholu w in-

stytucie botanicznym w Strasburgu. Przejrzałem preparaty z przeszło 200 pokrajanych przezemnie nucellusów, mimo tego historyi rozwoju jaja nie mogłem w nieprzerwanym szeregu rozwojowym zbadać. Nie różni się on jednak wcale od opisanej przez E. Strasburgera dla Juniperus virginiana (Die Angiospermen und die Gymnospermen str. 140, 145, Tab. XVI, XVII).

Jądra komórek nucellusa są bardzo wybitnie kyanofilne, tj. drobne ich jąderko barwi się czerwono, chromatynowy szkielet ciemnoniebiesko.

Jądra komórek bielma mają zwykle 1 rzadziej 2 erytrofilne jąderka, szkielet chromatynowy kyanofilny.

Cztery komórki, tworzące szyję rodni, są wypełnione zbitą plasmą, barwiącą się intenzywnie czerwono. Jeżeli jednak preparaty nie są zbyt grube, to możemy przekonać się, że ich jądra są silnie niebieskie, jedno jąderko czerwone.

Plasma jaja ma bardzo wielką ilość istot proteinowych i chłonie silnie barwiki niebieskie i czerwone, czerwone jednak silniej. To też po zabarwieniu ma ziarnista plasma jaja, otaczająca jądro, zawsze odcień fioletowawy nigdy jaskrawo czerwony. Natomiast na szczycie jaja, bezpośrednio przed zapłodnieniem, tuż pod szyją rodni się znajdująca jednorodna, światło silnie łamiąca, galaretowatego połysku plasma barwi się czysto czerwono.

Jądro jaja przed zapłodnieniem kuliste lub eliptyczne ma jedno bardzo duże kulistawe jąderko. Jądro to bywa 25 do 35 μ długie, jego jąderko do 8 μ szerokie. W jąderku znajduje się zawsze przynajmniej jeden wodniczek. Jeżeli jest tylko jeden, to bywa bardzo znacznych rozmiarów, a jego powłoka pyreninowa silnie się barwiąca, bardzo cienka. Często bywa ten wodniczek nieco mniejszy, natomiast w jego powłoce pyreninowej pojawia się mnóstwo drobniuchnych wodniczków, na przekroju optycznym dających obraz kółka z paciorków. Niekiedy zaś znajduje się w jąderku kilka lub kilkanaście nieregularnie rozłożonych wodniczków, wtedy przybiera na przekroju optycznym jąderko obraz sieciowaty. Schieferdecker w drugim tomie podręcznika histologii[1]) nadaje tym wodniczkom dziwnie brzmiącą nazwę „nukleolulus“ (sic!), zupełnie nieodpowiednią wobec tego, że są one niewątpliwemi wakuolami.

Jądro jaja, otoczone wyraźną błoną, badane bez pomocy barwików robi prawie wrażenie dużej wakuoli. Cechuje go ubóstwo silnie światło łamiącego splotu chromatynowego. Beleczki chromatynowe są bardzo

[1]) Schieferdecker, Behrens u. Kossel. Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers. 1891. (Już po odesłaniu tej rozprawki do druku otrzymały wodniczki jąderek nową nazwę endnukleolów).

cienkie, czasem jakby paciorkowato przerywane, często prostolinijne, krzyżujące się pod stosunkowo znacznymi kątami, przedewszystkiem zaś nieliczne.

Po zabarwieniu roztworem zieleni jodowej i fuchsyny, barwi się jąderko (naturalnie z wyjątkiem wodniczków) czerwono, również czerwono błona i karyoplasma. Natomiast cieniuchne chromatynowe beleczki przyjmują fioletowawo niebieską barwę, barwią się jednak bardzo nieznacznie, z powodu swej cienkości, a barwa ta łatwą jest do zmylenia, z powodu pokrycia czerwono zabarwioną plasmą. Ogólny więc obraz tak zabarwionego jądra jest czerwony, czyli jądro jest erytrofilne. Dodaję, że zabarwienie cieniuchnych beleczek chromatynowych nigdy nie jest czysto niebieskie, zawsze ma odcień czerwony i dlatego najczęściej jest fioletowawe. Beleczki chromatynowe jądra jaja Biota barwią się słabiej niebiesko, aniżeli chromosomy jąder rostowych, nigdy jednak tak czerwono jak n. p. jąderka.

Gdy wierzchołek łagiewki zbliża się do szyi rodni, jądro jaja dzieli się. Obraz podziału w stadyum wrzeciona napotkałem raz tylko; chromosomy barwią się żywo niebiesko zielono, jednak z powodu położenia profilowego trudne do zliczenia. Jest ich więcej jak 8, zdaje się, że 12. Bezpośrednio po podziale oddala się górne, nowo powstałe jądro ku górze. Jest to jądro komórki kanałowej. Oba nowo powstałe jądra, są zrazu t. j. zanim wystąpi w jądrze dolnym jąderko, znacznie mniejsze, aniżeli jądro macierzyste, kuliste. Dalszych losów komórki brzusznej szyi śledzić nie mogłem, nie otrzymałem bowiem w żadnym preparacie stadyum odpowiadającego fig. 5a, Tab. XVI, w cytowanem dziele Strasburgera. Ulega ono bardzo szybkiej resorbcyi. Jądro dolne, t. j. właściwe jądro jaja rośnie do pierwotnej objętości, pojawia się w niem jąderko takie, jakie opisałem wyżej a szkielet chromatynowy jest bardzo mało widoczny. Tymczasem łagiewka dosięga szyi rodni. Prowadzi ona w swym rosnącym końcu dwa drobniuchne jąderka, wybitnie kyanofilne umieszczone śród plasmy, a dalej od końca komórkę (około 60 μ szeroką), wypełnioną nader zbitą plasmą ziarnistą. W tej komórce znajduje się kuliste jądro 30—34 μ szerokie, wraz z jąderkiem zwykle około 8 μ szerokiem. Jądro posiada tak ubogi i rzadki szkielet chromatynowy, że wygląda, jak to trafnie zauważył E. Zacharias (Bot. Zeitung. 1887 str. 365), jakby wodniczek kulisty śród plasmy zawieszony. Po zabarwieniu jest jąderko (mające wodniczki) silnie erytrofilne, jądro erytrofilne, jego bardzo ubogi szkielet barwi się bardzo blado fioletowo niebiesko. To jądro przed samem zapłodnieniem rozpada się na dwa pochodne, zbudowane i barwiące się oba jednakowo. Oba są erytrofilne.

W. Belajeff[1]) i E. Strasburger[2]) świeżo wykazali, że te właśnie wielkie jądra, powstałe z podziału dużej komórki, nie zaś — jak to pierwej mniemano — drobne ruchome jąderka w szczycie łagiewki leżące, biorą udział w zapłodnieniu. Budową morfologiczną, t. j. szkieletem chromatynowym i jąderkiem, wielkością i chromatofilią, nie różnią się one — o ile stosowane metody badania dostrzedz dozwalają — niczem od leżącego w niewielkiej odległości jądra jaja.

Jedno z opisanych jąder generatywnych pyłku przechodzi między komórkami szyi rodni do plasmy jaja zbliżając się do głębiej leżącego jądra jaja. Obserwowałem jaja, w których oba jądra były na 20, 14, 10 μ od siebie oddalone, ale żadnej różnicy między niemi nie zauważyłem. Oba jądra stykają się wreszcie mniej więcej prawie w połowie długości jaja i zlewają w pierwszą komórkę zarodka, opatrzoną przeto 2-a jąderkami. Ta jest mniej więcej dwa razy większa od kopulujących jąder, a że jaja są często stosunkowo wązkie, więc przybiera w takich kształt eliptyczny przy długości do 70 μ i udaje się ku przeciwległemu (w stosunku do osi) górnemu końcowi jaja, w którym zanika olbrzymi wodniczek, pierwej jego środek lub końce wypełniający.

Nie potrafiłem odszukać obrazu segmentacyi pierwszego jądra zarodka, natomiast bardzo liczne miałem przypadki, przedstawiające w końcu górnym jaja dwa olbrzymie, prawie dotykające się jądra, otoczone zbitą plasmą i licznemi ziarnami skrobi. W jądrach tych sieć chromatyczna jest bardzo rzadka, wobec barwików są one erytrofilne. Wspomniana sieć zbudowana jest z bardzo rzadko ustawionych, cieniuchnych, niekiedy paciorkowato przewężanych, blado niebiesko farbujących się beleczek. Jąderka erytrofilne 1 do trzech w jądrze. W miarę dalszego dzielenia się jąder młodego zarodka stają się one coraz bardziej kyanofilne, o bardziej zbitej sieci chromatycznej a zarazem mniejsze. N. p. powstałe przez podział 5 wolnych jąder są słabo kyanofilne, gdy natomiast z chwilą tworzenia się jąder komórek trzeciego piętra (1+4+[4+4]) zarodka są już silnie kyanofilne. Cztery jądra jednego piętra dzielą się równocześnie. W miarę późniejszych podziałów przestają się jądra zarodka różnić od zwykłych wegetatywnych a natomiast pokrywa je w komórkach zbitsza masa erytrofilnej, ziarnistej plasmy.

---

[1]) W. Belajeff. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, tom IX. (1891) str. 280. i tom XI. (1893) str. 196.

[2]) E. Strasburger. Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. 1892.

Preparaty różnych opisanych stadyów zapłodnienia, barwione w sposób zwykły, odbarwiałem długiem płukaniem w alkoholu absolutnym z fuchsyny. Jąderka jąder jaja i generatywnych pyłku były zabarwione silnie zielonawo niebiesko, chromatynowy szkielet jąder słabo zielono, plasma jaja, a przedewszystkiem zbita plasma generatywnej komórki pyłku nader silnie i ciemno zielono, czyli erytrofilia jąder płciowych męskiego i żeńskiego jest względną, tak samo też erytrofilia jąderek i plasmy.

Angiospermae. *Hordeum hexastichon.* Jądra integumentów, nucellusa, ścian zalążni, włosów blizny są silnie kyanofilne w przeciwieństwie do erytrofilnej plasmy i jąderek.

W chwili poprzedzającej zapłodnienie napotykamy w worku zalążkowym grupę trzech komórek, zawieszoną pod okienkiem (mikropyle), t. j. 2 synergidy i jedno jaje, wolne jądro bielma i z boku, poniżej umieszczoną grupę kilkunastu lub więcej komórek, t. zw. antypody.

Plasma synergid w ich wierzchołku, szklistego wyglądu, chłonie bardzo chciwie barwik czerwony, który zwykle zakrywa jądra. Jądro z niewielkiem czerwonem jąderkiem barwi się w całości czerwono. Dostrzegamy w niem jednak bardzo delikatne fioletawo-zielono zabarwione, od siebie odległe, beleczki chromatyczne.

Plasma jaja poniżej szczytowego wodniczka, otaczająca jądro, jest bardzo silnie erytrofilną. Jądro kulistawe około 28 μ. szerokie w całości, robi wrażenie silnie erytrofilnego. Jąderko jedno, znacznych rozmiarów (do 8 μ.) ma zwykle cienką, silnie czerwono barwiącą się błonę i wielki wodniczek w środku. Często jednak naokoło wodniczka centralnego jest szereg drobnych wakuol kulistych w powierzchownej, pyreninowej powłoce. Plasma jądra barwi się czerwono; dostrzegamy w niej szkielet chromatyczny bardzo słabo rozwinięty, pojedyncze beleczki bardzo cienkie, często przewężone, barwiące się fioletowo niebiesko, bardziej czerwono, aniżeli chromosomy jąder rostowych komórek. Ta okoliczność pospołu z drugą, t. j. procentowem ubóstwem chromosomów, powoduje różnicę w zabarwieniu jądra jaja od jąder zwykłych. Opisane jądro jaja stanowi przeto typ erytrofilnego jądra Auerbacha.

Po pewnem szukaniu napotykamy zalążki, w których jaju dostrzegamy dwa jądra tej samej wielkości, dotykające się bokiem, o powierzchni dotykowej płaskiej. Jest to chwila, poprzedzająca zespolenie się tych dwu jąder: jednego (dolnego) żeńskiego, drugiego (górnego) męskiego. Oba te jądra są w tem stadyum budową, wielkością i własnościami barwikowemi tak siebie podobne, że odróżnić je możemy jedynie na podstawie położenia w jaju. To, co powiedziałem o budowie jądra jaja, odnosi się zarówno, bez żadnych zmian, do jądra płciowego pyłku

w momencie bezpośrednio poprzedzającym zespolenie się. Plasma otaczająca te jądra jest bardzo wybitnie erytrofilna.

Jądro bielma, powstałe ze zlania się dwu jąder erytrofilnych, jest również erytrofilne. W jego wnętrzu dwa wielkie jąderka z jedną lub więcej wakuolami, karyoplasma erytrofilna, rusztowanie chromatynowe bardzo rzadkie, beleczki cienkie, słowem jądro erytrofilne. Po zapłodnieniu dzieli się jądro bielma. Pierwsze, z podziałów powstałe, jądra bielma są w porównaniu do rostowych bardzo słabo niebieskie, nawet w chwili, gdy bielmo worka złożone jest z około 20 jąder eliptycznych, jest ich kyanofilia bardzo słaba. Dopiero poźniej staje się coraz żywszą. W jądrach tych napotykamy liczne (1—5) jąderka erytrofilne z wakuolami, plasma je otaczająca jest — w glicerynie badana — wybitniej jak u innych jednoliściennych promienista.

W przeciwieństwie do opisanych czterech jąder erytrofilnych worka zalążkowego są wszystkie jądra antypodów jaskrawo kyanofilne. Liczba ich jest zmienna w różnych zalążkach i trudna do zliczenia, bo podczas krajania zalążków, grubą grupę antypodów rozcinamy na kilka preparatów, przyczem niektóre ich komórki, luźnie się trzymające, wypadają. Bywa ich przynajmniej kilkanaście; liczyłem ich w niektórych razach do 26, a nie była to z pewnością najwyższa ich liczba. Grupa ta siedzi nie u podstawy worka nad chalazą, ale znacznie wyżej z boku. Komórki antypodów są kańciaste, w ich plasmie bywa szereg wakuol, oddzielający plasmę powierzchowną, słabiej erytrofilną od silnie erytrofilnej plasmy, otaczającej jądro. Jądro bywa do 16 μ. szerokie, kuliste, jego grube chromosomy skupione są koło powierzchni, tworząc w ten sposób w środku kuliste podwórko, w którem siedzi jąderko. Chromosomowe pętle skupione, często zlane w jednorodne prawdopodobnie kawałki grube, silnie światło łamiące i bardzo silnie chłonące barwiki niebieskie, czyli kyanofilne w tym samym przynajmniej stopniu, co jądra komórek rostowych. Bardzo często widzimy, że chromatynowa istota jądra jest z jednej jego strony bez porównania silniej reprezentowaną, jak z drugiej, gdzie szkielet chromosomów jest złożony z cienkich sznurów. Zjawisko takiego jednostronnego skupienia się chromosomów obserwowałem w pewnych przypadkach patologicznych, n. p. w młodych komórkach bakteryoidalnych bulwek korzonkowych grochu. Jąderka, w środku podwórka jąder antypodów położone, zadziwiają swymi kształtami. Wspólną ich cechą jest silna erytrofilia, oraz obecność zwykle licznych wodniczków. Rzadko są kuliste, często ograniczone płaskawemi ścianami, wielokątne, niekiedy biszkoptowate, niekiedy opatrzone wyrostkami lub wydłużone, do 3ch razy od własnej szerokości dłuższe. Jąderka takie

przypominają w wysokim stopniu niektóre krystaloidy, a bardziej jeszcze pyrenoidy glonów.

Preparaty normalnie zabarwione możemy za pomocą kąpieli alkoholowej pozbawić fuchsyny. Przekonywamy się na nich, że zarówno jąderka, jak erytrofilne jądra są teraz zabarwione niebiesko, czyli że erytrofilia ich jest względną, fakultatywną, wynikiem nadmiaru pochłoniętego barwika czerwonego, pokrywającego niebieski.

Uderza nas różnica w chromatofilii antypodów, a innych jąder worka zalążkowego, której nie spodziewaliśmy się w obec wręcz odwrotnych wyników Rosena (l. c.). Aby się przekonać, czy ta różnica jest prawem ogólnem, zbadałem znaczną liczbę rozmaitych roślin. Rezultat był zawsze ten sam. Jądra antypodów kyanofilne, jądra synergid, jaja, pierwotne jądro bielma erytrofilne. Dalej był w przeciwieństwie do badań dotychczasowych zawsze ten sam wynik podczas badania erytrofilnych jąder worka zalążkowego. Wszystkie miały słabo kyanofilny szkielet chromatynowy, czyli nigdy nie brakowało im nukleiny. Erytrofilia ich zawsze jest związana ze szczególną morfologiczną budową ich sieci chromatynowej. Aby nie nadużywać cierpliwości czytelnika, przytoczę krótko wyniki mych poszukiwań; tam, gdzie jądro worka zalążkowego nazywam erytrofilnem, rozchodzi się przeto zawsze o względną erytrofilię, sieć delikatna chromatynowa istnieje zawsze.

Scilla sibirica. W stosunku do małego worka zalążkowego są jądra synergid, jaja, bielma lub (3) jądra antypodów olbrzymie. Pierwsze cztery jak zawsze erytrofilne, trzy antypodów kyanofilne. Pierwsze jądro rosnącego worka, podobnie jak następne dwa są już erytrofilne.

Scilla bifolia. Zupełnie tak samo jak gatunek poprzedni.

Scilla peruviana. U tego gatunku bardzo dobrze widać, jak chromosomy antypodów skupione są w wielkie, prawie jednorodne, nieregularne, silnie kyanofilne grudki.

Ornithogalum umbellatum. Znakomity przedmiot do demonstracyj różnic w chromatofilii. Antypodów jądra bardzo wielkie (wielkości jąder bielma) i silnie kyanofilne.

Or. comosum. Nie różny od poprzedniego.

Or. stachyoides. Plasma komórek antypodów bardzo silnie erytrofilna. Jądra antypodów bardzo silnie kyanofilne do 35 μ. szerokie, w ich podwórku, niemającem nukleiny, leży do 10 μ. szerokie, często kanciaste jąderko z jedną wakuolą lub licznemi. Nad grupą trzech antypodów, siedzących nad chalazą, (dolna komórka antypodów wypełnia klinowato w podstawę nucellusa wciskający się koniec worka zalążkowego) dotykając się ich, siedzi erytrofilne jądro bielma do 45 μ. szerokie, mające w środku olbrzymie jąderko kuliste, do 25 μ. szerokie, a więc doró-

wnywające czasem wielkością jądrom antypodów. Pyreninowa osłona tego jąderka jest zwykle bardzo cienka, niejednostajnie gruba, w jego wnętrzu wiele wodniczków, których przegrody wyglądają jakby rusztowanie. Drugie jądro bielma siedzi w tem stadyum pod grupą synergid i jaja, z pierwszem połączone sznurem plasmy. Jądra synergid i jaja jak zawsze erytrofilne.

Hyacinthus candicans. Trzy antypody bardzo silnie kyanofilne siedzą w klinie podstawowym worka. Dolna komórka zwykle całkiem ukryta, dwie górne otoczone półkulistą wypukłą błoną. Jąderko erytrofilne leży jak zwykle w podwórku, kuliste. Jądro bielma przed zlaniem się i po zlaniu wybitnie erytrofilne, pierwsze jądra dzielącego się bielma słabo kyanofilne, pierwsze komórki zarodka silnie kyanofilne.

Lilium bulbiferum. Jądra antypodów są stosunkowo małe.

Yucca alvifolia. Małe worki zalążkowe, drobne jądra antypodów chromatofilia jąder worka jak innych roślin.

Fritillaria involucrata [1]). Pierwotne jądro worka zalążkowego jest już erytrofilne, tak samo dwa późniejsze, dalsze 4, a nawet zaraz po ostatnim podziale poprzednim dającym 8 jąder są jądra młodych antypodów znacznie mniej kyanofilne, aniżeli w stadyum późniejszem. Jednakże bardzo rychło ich chromosomy skupiają się i przybierają typowe wejrzenie jąder antypodów, gdy inne jądra worka stają się przeciwnie silniej erytrofilne.

Korzystając z materyału, robiłem nadto 5 oraz 10 μ. grube skrawki mikrotomem. W preparatach takich były pojedyncze jądra rozcięte na kilka plasterków cienkich. Takie preparaty przedstawiają różnice w chromatofilii znacznie silniej, aniżeli grubsze, odręczne preparaty, zwykle od jądra grubsze. Mianowicie erytrofilne jądra takich preparatów są od kyanofilnych bardzo różne, prawie zupełnie jednostajnie czerwone. Zrozumiemy łatwo tę różnicę, wiedząc, że chromosomy nie tworzą w jądrach erytrofilnych splotu gęstego grubych, pogiętych pętli, ale biegną często prostolinijne, krzyżujące się, niekiedy poprzewężane paciorkowato, a zawsze bardzo cienkie beleczki. Cienkie plasterki jądra otrzymywane mikrotomem dają nam zwykle obrazy przekrojów tych cieniuchnych beleczek, bardzo drobnych i dla tego jest ich znacznie zmniejszona kyanofilia jeszcze mniej widoczna.

Fritillaria armena [1]). Nie różni się od poprzedniej.

Fr. Meleagris. Normalna.

---

[1]) Ten gatunek zebrałem w ogrodzie Fröhlicha w Zurychu, nie biorę zaś odpowiedzialności za jego oznaczenie.

Fr. imperialis. W jądrze erytrofilnem jaja dostrzegam rusztowanie słabo kyanofilne.

Fr. pyrenaica. Nie różna od innych.

Fr. latifolia. Normalna. (Ostatnie cztery gatunki z ogrodu botanicznego w Bernie).

Fr. pallida [1]). Z gatunku tego zbadałem jedynie zapłodnione już zalążki. Stwierdzają one, że jądra dzielącego się zarodka znacznie prędzej stają się silnie kyanofilne, aniżeli dzielącego się bielma. Jądra kilko komórkowego zarodka są już tak silnie kyanofilne, jak żywa rosnących merystemów, gdy liczne jądra bielma tego samego worka są znacznie słabiej kyanofilne.

Fr. tulipaefolia [1]). Badana w tem samem stadyum rozwojowem co poprzednia, z tym samym wynikiem.

Tulipa silvestris. Normalna chromatofilia.

Funkia ovata. Materyał zebrany jeszcze w 1878. r., przechowany w alkoholu. Jądra worka zalążkowego mają normalną chromatofilię. Drobne jądra antypodów są kyanofilne, niewielkie jądra bielma i aparatu jajowego erytrofilne. Naturalnie jednak dostrzegamy w nich nukleinonośne chromosomy, barwiące się fioletowo niebiesko.

Komórki młodych zarodków przybyszowych są wypełnione silnie erytrofilną plasmą, ich jądra, (dopóki zarodki są zaledwo kilkokomórkowe), są erytrofilne — jak to zauważył Strasburger. — Widzimy przecież i w nich delikatną sieć fioletowo niebieską chromosomów cienkich, która staje się widoczniejszą po kąpieli alkoholowej preparatu.

Trillium grandiflorum. Chromatofilia jąder normalna (jak u innych rodzajów). Antypody drobne. Jądra pierwotne bielma przed zlaniem się eliptyczne.

Crocus vernus. Chromatofilia normalna.

Iris Pseudoacorus. Chromatofilia jąder worka zalążkowego normalna. Zwykłym naszym barwikiem barwią się komórki śluzowe, leżące w wielkiej ilości w ścianie zalążni, ciemno - fioletowo - niebiesko, zdrewniałe naczynia żywo-czerwono.

Iris variegata. Chromatofilia normalna. Kilka stadyów rozwojowych młodych worków zalążkowych, jakie otrzymałem, zgadzają się z opisaną wyżej *Fritillaria involucrata.* Od poprzedniego gatunku różni się większymi rozmiarami jąder, brakiem komórek śluzowych.

Triglochin maritimum. Chromatofilia normalna.

---

[1]) Ten gatunek zebrałem w ogrodzie Fröhlicha w Zurychu, nie biorę zaś odpowiedzialności za jego oznaczenie.

Sagittaria sagittaefolia. Chromatofilia normalna.

Delphinium sp. Kilka wieloletnich gatunków ostrożek ogrodu botanicznego w Strasburgu ma w podstawie worka zalążkowego 3 olbrzymie antypody. Grubą otoczone błoną, o nasadzie wązkiej, wierzchołku szerokim i zaokrąglonym, są one nasadami zrosłe i tą wązką zrosłą podstawą siedzą na dnie worka, sterczac ku jego wnętrzu. Wypełnione erytrofilną plasmą mają silnie kyanofilne jądra, w których wolnem od chromosomów podwórku siedzi erytrofilne jąderko z jedną lub licznemi wakuolami. Jądra bielma i grupy płciowej drobne, erytrofilne, ale szkielet cienkich fioletowo niebieskich chromosomów jest u nich widoczny.

Aquilegia vulgaris i *pyrenaica* odróżnia się od *Delphinum* jeszcze większymi rozmiarami antypodów. Grupa 3 antypodów jest tu świeżo po zapłodnieniu wolnem okiem widoczna! Chromatofilia normalna.

Myosurus minimus. Jądra antypodów drobne. Chromatofilia normalna.

Rosa canina (?). Chromatofilia normalna.

Euphorbia Lagascae. Chromatofilia normalna.

Oenothera triloba. Tak samo.

Salvia officinalis. Tak samo.

Daphne mezereum. Tak samo. Jądra antypodów bardzo drobne. Jąderko bielmowego jądra wielkie i bardzo silnie erytrofilne.

Streszczamy wynik tych poszukiwań jak następuje:

A. U wszystkich badanych roślin okryto nasiennych, t. j. u przeszło 30 gatunków, należących do 22 rodzajów, a 11 rodzin, zachodzi między jądrami worka zalążkowego różnica w budowie splotu chromatynowego. Rezultatem tejże jest, że jądra antypodów o chromosomach grubych i skupionych barwią się pewnemi mieszaninami barwikowemi niebiesko czerwonemi, n. p. zielenią jodową i fuchsyną intenzywnie niebiesko, czyli są kyanofilne, gdy jądra aparatu jajowego i pierwotne dwa jądra (względnie poźniejsze jedno) bielma o delikatnych, rzadkich, cienkich beleczkach chromatynowych, o obfitości erytrofilnej plasmy, barwią się równocześnie czerwono czyli są erytrofilne.

B. U nagonasiennych (*Biota*) jest jądro płciowe łagiewki pyłkowej i jądro jaja jednakowo zbudowane i jednakowo chromatofilne, nadto u Biota jednakowo wielkie. Tak samo nie do odróżnienia podobne są oba te jądra gdy jądro łagiewki znajduje się już w jaju, wędrując ku jądru jaja. U okrytonasiennych płciowe jądra pyłku różnią się budową i chromatofilią od jąder jaja, ale różnica ta zanika do szczętu, gdy jądro ła-

giewki płciowe wejdzie do jaja i zbliży się do jądra tegoż. Kopulujące jądra męskie i żeńskie są zupełnie jednakowe.

C. Erytrofilia pewnych jąder worka zalążkowego jest względną, t. j. zależną od składu barwika, a nie dowodzi bynajmniej zmienionego składu chemicznego chromatynowego splotu tychże. Nukleinę zawierający, bardzo delikatny szkielet jest mimo erytrofilii widoczny, lecz z powodu cienkości, a może i pokrycia erytrofilną plasmatyczną substancyą, mniej jak w komórkach rostowych lub antypodach wyraźny.

Przyczynę różnic w chromatofilii jąder możnaby upatrywać w większej lub mniejszej ilości chromosomów w nich się znajdujących. L. Guignard wykazał, że przy rozmnażaniu się jąder worka zalążkowego następuje redukcya ilości chromosomów w ten sposób, że jądra aparatu jajowego i górne jądro bielma ma tylko 12 chromosomów, gdy jądra antypodów i dolne jądro bielma zachowuje normalną cyfrę około 24 chromosomów. Ponieważ chromosomy zawierające nukleinę są jedynym kyanofilnym organem jądra, przeto może wydawać się prawdopodobnem, że erytrofilia pewnych jąder jest tylko objawem zmniejszonej ilości chromosomów. Przeciw takiemu przypuszczeniu przemawia jednak wspólne, ze zlania dwu pierwotnych powstałe jądro bielma, mające bardzo wielką liczbę chromosomów, a przecież erytrofilne. Nawet z dalszych segmentacyi powstałe, początkowe, nieliczne jądra bielma są erytrofilne. Natomiast cechą wszystkim erytrofilnym jądrom wspólną jest charakterystyczny, bardzo delikatny i subtelny splot chromatyczny, którego beleczki są bardzo cienkie, często przewężane, nie tak bardzo pogięte jak jąder kyanofilnych. Strasburger (l. c.) w r. 1884, a następnie w 1892. (l. c.) widzi przyczynę różnic w chromatofilii w różnicy odżywienia jądra. Zacharias (l. c. w r. 1887) widzi różnicę między męskiemi i żeńskiemi jądrami płciowemi w różnicy procentowej nukleiny. Mnie się wydaje, że oba wyrażenia pokrywają się wzajemnie i że między niemi nie ma różnicy. Lepiej odżywione jądro, to jest zapewne takie, które w stosunku do tej samej ilości chromosomów ma więcej plasmy, czyli które procentowo jest uboższe w chromosomy. Ponieważ karyoplasma jest erytrofilną, więc przy jej ilości znacznie większej w jądrze, będzie ono erytrofilne, gdy uboższe w nią, choć tę samą ilość chromosomów mające, jądro będzie kyanofilne. Z tłumaczeniem takiem zgadzam się, ale sądzę, że oprócz większej ilości erytrofilnej karyoplasmy w jądrze odgrywa tu rolę budowa pętli chromatycznych wyżej opisana. Co więcej, pętle te, chociaż cienkie, gdyby były tak samo złożone jak chromosomy jąder rostowych, barwić winnyby się silniej niebiesko, aniżeli to ma

miejsce. Zdaje się, że zaszła tu albo pewna zmiana w ich budowie, powodująca silniejszy stopień imbibicyi fuchsyny albo są one pokryte erytrofilną substancyą. Że pewne procesy mogą powodować taką zmianę imbibicyi fuchsyny czyli podwyższenie erytrofilii chromosomów, dowodzą moje, wyżej wspomniane próby z $0·3\%$ kwasem solnym.

Z zestawionych wyżej wyników mych obserwacyi wynika dalej, że w zjawiskach erytrofilii jąder płciowych nie umiem znaleść żadnego potwierdzenia dla bronionego przez Auerbacha zasadniczego przeciwieństwa między jądrami męskiemi a żeńskiemi. Chromatofilia właśnie potwierdza spostrzeżenia morfologiczne Strasburgera i Guignarda, że kopulujące jądra płciowe są jednakowe.

Obserwacye wyżej podane nasuwają nam jeszcze różne, wprawdzie ciekawe, lecz niestety jedynie w niepewnem kole hipotez obracające się kwestye. Dotknę jednej z nich, t. j. znaczenia morfologicznego antypodów. Przy skonstatowanej u najrozmaitszych roślin różnicy w chromatofilii jąder antypodów od innych jąder worka zalążkowego — skłonny jestem do upatrywania w tej reakcyi, złączonej z jednakową budową morfologiczną, pewnego znaczenia ze stanowiska porównawczego.

Gdy u paproci są jądra protalium kyanofilne, to natomiast jądro jaja i jądro komórki kanałowej są erytrofilne.

U nagonasiennych (*Biota*) zachowują się jądra endospermu, t. j. protalium, podobnie jak u paproci, tak samo jądro jaja, a zapewne i komórki kanałowej.

U okrytonasiennych mają w worku zalążkowym taką chromatofilię i taką ilość chromosomów, jaką komórki protalium paproci lub nagonasiennych, jedynie jądra antypodów, nie zaś jądra bielma. To też uważałbym grupę antypodów (która niekiedy n. p. u traw przybiera bardzo wielkie rozmiary i zbudowana jest z bardzo licznych komórek), za odpowiednik protalium paproci lub szpilkowych, nie zaś inaczej zachowujące się, a rozwojowo bardzo poźno się tworzące jądra bielma.

Zaznaczyłem wyżej, że jądra n. p. bielma, aparatu jajowego lub rostowe pyłku są względnie erytrofilne, t. j. że one chłoną i niebieski i czerwony barwik, ale tyle silniej ostatni, że ten pokrywa i czyni niewidocznym niebieski. Wykryłem jednak także jądra, które barwika niebieskiego zupełnie nie pobierają, lecz jedynie czerwony czyli jądra bezwzględnie erytrofilne i chcę tu o nich kilka słów powiedzieć, chociaż to nie należy ściśle do przedmiotu określonego tytułem. Zalążek *Funkia*, *Fritillaria* i wielu roślin, badany mieszanymi niebiesko czerwo-

nymi barwikami w pewien czas po zapłodnieniu, gdy w bielmie żywo nowe jądra się tworzą, a zarodek rośnie, wykazuje w komórkach nucellusa otaczających worek zalążkowy, jedynie czerwono zabarwione jądra. Z tych samych gatunków preparaty zalążków z chwili zapłodnienia mają wszystkie jądra nucellusa kyanofilne, zwykle silnie kyanofilne. Z dalszym rozwojem jednak cienkościenne te komórki zdają się— poczynając od okienka (mikropyle) ku dołowi— coraz bardziej niszczeć, a objawem tej dezorganizacyi jest właśnie wymieniona obligatoryczna erytrofilia jąder. Jedynie jądra koło chalazy położone pozostają kyanofilne czyli normalne, bliższe okienka są erytrofilne, a między niemi napotykamy wszystkie stadya przejściowe. Strefa przejściowych jąder jest bardzo wązka. Te jądra mają jąderko silnie łamiące światło, ale w ich masie nie można dostrzedz silnie łamiącego światło rusztowania chromatycznego. Macerowane w 0·3% kwasie solnym nie dają wcale reakcyi nukleinowej, barwione po tej maceracyi mieszaniną, składu podanego przez E. Zachariasa, fuchsyny kwaśnej i błękitu metylenowego nie przybierają barwy niebieskiej, będącej reakcyą nukleiny, jedynie po dłuższem barwieniu ich jąderka słabo niebiesko się barwią. Alkoholowy materyał barwi się czerwono mieszaninami zieleni jodowej lub metylowej z fuchsyną zwykłą, safraniny z błękitem metylenowym lub zielenią benzolową. Zielone barwiki lub niebieskie użyte w mieszaninach ich nie barwią. Na podstawie tych reakcyi możemy przyjąć, że w tych jądrach ulegających dezorganizacyi nukleiny zupełnie nie ma czyli że są one w przeciwieństwie do względnie erytrofilnych, nukleinę zawierających jąder aparatu jajowego bezwzględnie erytrofilne, nukleiny pozbawione. Nasuwającego się pytania, czy ich nukleina uległa resorbcyi, czy dezorganizacyi, nie umiem rozwiązać; uderza nas jednak ich różnica do pozbawionych również funkcyi jąder bielma dojrzałych lub kiełkujących nasion wielu roślin, n. p. *Zea Mays* lub peryspermu *Victoria regia.* Jądra bielma tych roślin są silnie kyanofilne czyli posiadają wielką ilość nukleiny mimo degeneracyi i niezdolności do rozwoju, gdy przeciwnie zdegenerowane jądra komórek nucellusa nukleiny już nie posiadają. Przypadki podobnej degeneracyi jąder są — o ile mi się zdaje, znane w patologicznej anatomii zwierząt — u roślin nie były dotychczas wykazane.